

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-055810  
 (43)Date of publication of application : 26.02.1999

(51)Int.CI.

B60L 11/14  
 B60L 3/00  
 // G05D 17/02

(21)Application number : 09-224316

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 05.08.1997

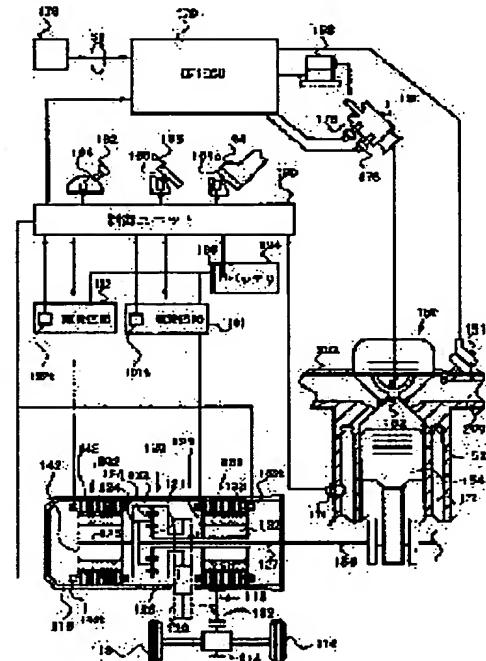
(72)Inventor : YAMANAKA AKIHIRO  
 SASAKI SHOICHI  
 ABE SHINICHI

## (54) POWER OUTPUT DEVICE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To prevent the excessive temperature rise of an electric motor and its drive circuit, by detecting the temperature of a load torque imparting means, and operating a prime mover in an operational condition to reduce the temperature rise of the load torque imparting means when the detected temperature is not less than a prescribed value.

**SOLUTION:** A temperature of a motor MG1 to be detected by a temperature sensor 133t provided on the motor MG1 is read by a control unit 190. The control unit 190 calculates the limit value of the output torque of an engine 150 based on the temperature of the motor MG1. When the temperature of the motor MG1 is not more than the prescribed value, the output of the engine 150 is increased up to the maximum value. When the temperature of the motor MG1 is not less than the prescribed value, the output torque of the engine 150 is limited according to the temperature of the motor MG1. The output torque of the engine 150 is limited to the tongue lower than the target value, and the overheat of the motor MG1 and a drive circuit 191 can be prevented.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 25.06.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3454099

[Date of registration] 25.07.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

## \* NOTICES \*

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

## [Claim(s)]

[Claim 1] The prime mover which has the output shaft and is operated by the operational status according to a demand output, A temperature detection means to have a load torque grant means to give predetermined load torque electrically to this output shaft and to be a power output unit and to detect the temperature of said load torque grant means, It is a power output unit equipped with a prime-mover operation means to be the operational status for reducing the temperature rise of this load torque grant means, and to operate said prime mover when the temperature detected by this temperature detection means is beyond predetermined temperature.

[Claim 2] It is the power output unit said operational status [ in / it is a power output unit according to claim 1, and / said prime-mover operation means ] is the output torque by which the output torque of said prime mover was restricted to the predetermined value, and is [ output unit ] a rotational frequency higher than a current rotational frequency according to the output torque to which the rotational frequency of this prime mover was this restricted.

[Claim 3] It is the power output unit it is [ output unit ] the rotational frequency to which said operational status [ in / it is a power output unit according to claim 1, and / said prime-mover operation means ] is the output torque by which the output torque of said prime mover was restricted to the predetermined value, and can operate a prime mover at predetermined operation effectiveness in the output torque to which the rotational frequency of this prime mover was this restricted.

[Claim 4] claim 1 thru/or a claim --- the power output unit which is the power output unit of a publication 3 either, and is a means to by\_which said load torque grant means has a revolving shaft, and consists of drive circuits which exchange electric energy between the motor generator with which this revolving shaft was mechanically combined with the output shaft of a prime mover, and this motor generator, and said temperature detection means detects one [ at least ] temperature among the temperature of said motor generator, and the temperature of said drive circuit.

[Claim 5] A driving shaft which is a power output unit according to claim 4, and is different from said output shaft and revolving shaft further, When the power which has three shafts respectively combined with a means to set up the demand torque and the demand rotational frequency which should be outputted from this driving shaft, and said output shaft, said revolving shaft and said driving shaft, and is outputted and inputted among these three shafts to any 2 shafts is determined, A 3 shaft type power I/O means by which the power outputted and inputted to one residual shaft based on the determined this power is determined, A power output unit equipped with the motor combined with said driving shaft, and a means to control said motor generator and said motor according to the operational status of said prime mover so that said demand torque and a demand rotational frequency are outputted from said driving shaft.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

### [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the power output unit which prevents an extremes-of-temperature rise of this load torque grant means in detail about the power output unit which has a load torque grant means to give predetermined load torque electrically to the output shaft of a prime mover and this prime mover.

[0002]

[Description of the Prior Art] As a power output unit which has a load torque grant means to give predetermined load torque electrically to the output shaft of a prime mover and this prime mover It has a motor generator as this load torque grant means. The thing of the output from a prime mover which almost uses all for the drive of this motor generator (the so-called series hybrid-type power output unit), There are some (the so-called power output unit of a parallel hybrid type) which distribute and use the output from a prime mover for the drive of this motor generator and other applications, for example, the drive of a car.

[0003] The output shaft of a prime mover is connected with the revolving shaft and machine target of a motor generator in the series hybrid-type power output unit, and there is no mechanical association between driving shafts. A driving shaft is driven with the motor established separately. In this power output unit, since a motor generator drives by operation of a prime mover, power occurs. Under the present circumstances, the torque of a prime mover is equal to the generation-of-electrical-energy load produced with a generator. Since a generation-of-electrical-energy load is proportional to the electromotive force produced in a motor generator, when the output torque of a prime mover is large, the electromotive force produced in a motor generator also becomes large, and the current which flows in a motor generator and its drive circuit becomes large.

[0004] There are the so-called machine distribution type (for example, refer to Japanese-Patent-Application-No. No. 148677 [ eight to ] official report) and an electric distribution type (for example, refer to Japanese-Patent-Application-No. No. 145575 [ seven to ] official report) in the power output unit of a parallel hybrid type by the distributing system of power. Although these power output units are different from an aforementioned series hybrid-type power output unit at a point equipped with the configuration which transmits the power of a prime mover to a driving shaft, they are common in each power output unit at the point which gives predetermined load torque to a prime mover with the motor generator mechanically combined with the output shaft of a prime mover. Since this load torque changes according to the output torque of a prime mover, load torque will also become large if the output torque of a prime mover becomes large. Therefore, also in the power output unit of a parallel hybrid type, the electromotive force produced in a motor generator according to the output torque of a prime mover becomes large, and the current which flows in a motor generator and its drive circuit becomes large.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] When a series hybrid type power output unit and a parallel hybrid type power output unit have the large output torque of a prime mover, the current which flows in a motor generator and its drive circuit becomes large, and such temperature rises, as stated above. Originally, a motor generator and its drive circuit are designed in sufficient rating in consideration of such a temperature rise, and enough cooling systems are also prepared.

[0006] However, when the refrigeration capacity of a cooling system declines by the case where the condition that high torque is outputted from the prime mover continues for a long period of time, failure, etc., the temperature of the above-mentioned circuit may rise too much. Generally, since effectiveness falls in connection

motor generator or a drive circuit, the temperature rise of an electrical load torque grant means can be prevented with a simple configuration. Moreover, when predetermined relation exists in the temperature rise of a motor generator and a drive circuit, one of temperature can be detected among both and the temperature rise of an electrical load torque grant means can also be prevented by searching for both temperature based on this relation.

[0016] In the power output unit of this invention, when a load torque grant means is made into the aforementioned electrical load torque grant means Furthermore, a different driving shaft from said output shaft and revolving shaft and a means to set up the demand torque and the demand rotational frequency which should be outputted from this driving shaft, When the power which has three shafts respectively combined with said output shaft, said revolving shaft, and said driving shaft, and is outputted and inputted among these three shafts to any 2 shafts is determined, A 3 shaft type power I/O means by which the power outputted and inputted to one residual shaft based on the determined this power is determined, It is desirable to consider as the motor combined with said driving shaft and a means to control said motor generator and said motor according to the operational status of said prime mover so that said demand torque and a demand rotational frequency are outputted from said driving shaft.

[0017] According to this configuration, while being able to give load torque from a motor generator indirectly through above-mentioned 3 shaft type power I/O means to a prime mover, the temperature rise of said motor generator can be prevented by controlling operation of a prime mover. It also has a means to control said motor generator and said motor so that the motor besides a prime mover and a motor generator is also combined with 3 shaft type power I/O device and said demand torque and a demand rotational frequency are outputted from said driving shaft according to the operational status of a prime mover. Therefore, according to this power output unit, while preventing the temperature rise of a motor generator, demand torque and a demand rotational frequency can be outputted from a driving shaft.

[0018]

[Embodiment of the Invention] The gestalt of operation of this invention is explained based on an example. (1) Use and explain drawing 3 from drawing 1 about the configuration of an example at the beginning of the configuration of an example. The enlarged drawing [drawing 1] centering on the drive circuit section of the power output unit of this example, the explanatory view showing the outline configuration of the car with which drawing 2 carried the power output unit of this example, and drawing 3 are the explanatory views showing the outline configuration of the cooling system of the power output unit of this example.

[0019] First, drawing 2 explains the whole car configuration which carried the power output unit of this example. The configuration of this hybrid car serves as a power network which generates driving force, its control network and cooling system, and a power transfer network which transmits the driving force from a driving source to driving wheels 116 and 118 from the operation control unit etc. greatly. Moreover, the above and a power network consist of a network containing an engine 150, and a network containing motors MG1 and MG2, and the control network consists of the various sensor sections which detect, output and input a signal required for the electronic control unit (hereafter referred to as EFIECU) 170 for mainly controlling operation of an engine 150, the control unit 190 which mainly controls operation of motors MG1 and MG2, and EFIECU170 and a control unit 190. In addition, although the internal configuration of EFIECU170 and a control unit 190 is not illustrated, these are each one-chip microcomputers which have CPU, ROM, RAM, etc. inside, and they are constituted so that various control processings shown below may be performed according to the program to which CPU was recorded on ROM.

[0020] An engine 150 inhales the gaseous mixture of the air inhaled from the inhalation opening 200, and the gasoline injected from the fuel injection valve 151 to a combustion chamber 152, and changes into rotation of a crankshaft 156 movement of the piston 154 depressed by explosion of this gaseous mixture. This explosion is produced from an ignitor 158 by gaseous mixture being lit by the spark which the ignition plug 162 formed with the high voltage drawn through the distributor 160, and burning by it. The exhaust air produced by combustion is discharged in atmospheric air through an exhaust port 202.

[0021] Operation of an engine 150 is controlled by EFIECU170. As control of an engine 150 which EFIECU170 performs, there are ignition timing control of the ignition plug 162 according to the rotational frequency of an engine 150, fuel-oil-consumption control according to an inhalation air content, etc. In order to enable control of an engine 150, the various sensors in which the operational status of an engine 150 is shown are connected to EFIECU170. For example, in order to detect the engine speed and angle of rotation of a crankshaft 156, it is the engine-speed sensor 176, the angle-of-rotation sensor 178, etc. which were prepared for the distributor 160. In

111 by the chain belt 129, and transfer of power is made between the power fetch gear 128 and the power transfer gear 111. Based on an above-mentioned configuration and the property of planetary gear 120, a hybrid car can also run a motor MG 2 as a driving source, and can also run the both sides of an engine 150 and a motor MG 2 as a driving source. When engine power at the time of moderation or driving down slope etc. is not needed, at the time of initial acceleration, a hybrid vehicle suspends operation of an engine 150 and, specifically, runs operation by the motor MG 2. Usually, the power of a motor MG 2 also uses and runs at the time of transit, making an engine 150 into the main driving source. Since an engine 150 can be operated on the efficient operation point according to the torque which may be generated by required torque and required Motor MG 2 when running the both sides of an engine 150 and a motor MG 2 as a driving source, compared with the car which makes only an engine 150 a driving source, it excels in saving-resources nature and exhaust air purification nature. It is also possible to run on the other hand, generating electricity by the motor MG 1 by operation of an engine 150, since rotation of a crankshaft 156 can be transmitted to a motor MG 1 through the planetary carrier shaft 127 and the sun gear shaft 125.

[0029] Next, the control unit which carries out drive control of the motors MG1 and MG2 based on drawing 1 is explained. As shown in drawing 1, it connects with a motor MG 1 through the 1st drive circuit 191 at a control unit 190, and the motor MG 2 is connected to the control unit 190 through the 2nd drive circuit 192. Although not illustrated in drawing 2, the resolver 139 for detecting the angle of rotation is formed in the sun gear shaft 125 which is a revolving shaft of a motor MG 1, and the resolver 149 is formed also as well as the ring wheel shaft 126 which is a revolving shaft of a motor MG 2. Moreover, others [ signals / which were explained to the control unit 190 using drawing 2 / various ]. Angle-of-rotation thetas of the sun gear shaft 125 from a resolver 139, angle-of-rotation theta of the ring wheel shaft 126 from a resolver 149, The remaining capacity of the current values  $Iu1$  and  $IV1$  from two current detectors 195 and 196 prepared in the 1st drive circuit 191, the current values  $Iu2$  and  $IV2$  from two current detectors 197 and 198 prepared in the 2nd drive circuit 192, and a dc-battery 194 The remaining capacity from the remaining capacity detector 199 to detect etc. is inputted through input port.

[0030] Moreover, from the control unit 190, the control signal SW2 which drives six transistors T21 as the control signal SW1 which drives six transistors T11 which are the switching elements prepared in the 1st drive circuit 191 thru/or T16, and a switching element prepared in the 2nd drive circuit 192 thru/or T26 is outputted. Six transistors T11 in the 1st drive circuit 191 thru/or T16 constitute the transistor inverter, two pieces are arranged at a time in a pair, respectively so that it may become a source and sink side to power-source Rhine L1 and L2 of a pair, and each of the three phase coil (UVW) of a motor MG 1 is connected at the node. Power-source Rhine L1 and L2 controls sequentially the rate of the transistor T11 which makes a pair with a control unit 190 since it connects with the plus [ of a dc-battery 194 ], and minus side, respectively thru/or the ON time amount of T16 with a control signal SW1, and if the current which flows to each phase of a three phase coil is made into a false sine wave by PWM control, rotating magnetic field will be formed with a three phase coil.

[0031] On the other hand, six transistors T21 of the 2nd drive circuit 192 thru/or T26 constitute the transistor inverter, is arranged, respectively, and the node of the transistor which makes a pair is connected to each of the three phase coil of a motor MG 2. [ as well as the 1st drive circuit 191 ]. Therefore, the transistor T21 thru/or the ON time amount of T26 which makes a pair with a control unit 190 is sequentially controlled with a control signal SW2, and if the current which flows to each phase of each coil is made into a false sine wave by PWM control, rotating magnetic field will be formed with a three phase coil.

[0032] The cooling system which cools the power network which consists of an engine 150, a motor MG 1 and its drive circuit 191, a motor MG 2, and its drive circuit 192 grade is explained based on drawing 3. Although all cooling systems have applied the so-called water cooling type which used cooling water, it consists of this examples as what has the independent cooling system of the cooling system of an engine 150, motors MG1 and MG2, and the drive circuit of those.

[0033] The cooling system of an engine 150 is the same configuration as fundamentally as what is adopted by the car conventionally which makes only an engine 150 a driving source. The radiator 250 is connected with the engine 150 with the hose 254, and cooling water circulates through the inside of this by the water pump 260. Cooling water absorbs the heat of an engine 150 by the water jacket 173 prepared in the engine 150, and cools an engine 150 by radiating heat with a radiator 250. The cooling fan 252 is formed in the radiator 250 in order to help heat dissipation of cooling water. Moreover, the control unit 190 senses the cooling condition of an engine 150 by detecting the temperature of cooling water with the coolant temperature sensor 174 formed in the water jacket 173.

case where the ring wheel shaft 126 is operated at the rotational frequency  $N_r$  is considered, the rotational frequency of Coordinate R can be plotted as  $N_r$ . If the straight line which passes along both this point is drawn, it can ask for the rotational frequency  $N_s$  of the sun gear shaft 125 as a rotational frequency on this straight line in Coordinate S. Hereafter, this straight line is called a collinear of operation. In addition, it can ask for a rotational frequency  $N_s$  also by the proportion equation using a rotational frequency  $N_e$  and a rotational frequency  $N_r$ , and it is expressed as  $N_s = (1+\rho) (N_e - N_r) / \rho$ . Thus, in planetary gear 120, if it opts for any two rotations among a sun gear 121, a ring wheel 122, and the planetary carrier 124, it will opt for one residual rotation based on two rotations for which it opted.

[0042] Next, it asks for the relation of the torque which starts three shafts using a collinear Fig. According to device study, the relation of torque becomes equal to the balance relation of the force of acting on said rigid body, by treating a collinear of operation as the rigid body, and expressing each torque with the force as a vector based on the direction and magnitude which act. It is made to specifically act upwards from under a vertical as the torque  $T_e$  of an engine 150 is shown in drawing 5 in the coordinate C of the planetary carrier shaft 127. Since the vector showing Torque  $T_e$  can be treated as force, the torque  $T_e$  made to act on an axis of coordinates C is separable into the torque  $T_{es}$  in Coordinate S, and the torque  $T_{er}$  in Coordinate R with the technique of separation of the force to the line of action with which the sense is the same with line of action and differs. The magnitude of Torque  $T_{es}$  is expressed with  $T_{es} = T_e / (1+\rho)$  formula at this time, and the magnitude of Torque  $T_{er}$  is expressed with  $T_{er} = T_e - \rho / (1+\rho)$  formula. On the other hand, since Torque  $T_r$  is outputted from the ring wheel shaft 126, Torque  $T_r$  is made to act on a collinear of operation downward from on a vertical in Coordinate R.

[0043] What is necessary is just to take balance of the force of a collinear of operation, in order for the collinear of operation to be stable in this condition. Namely, magnitude is the same as Torque  $T_{es}$ , the torque  $T_{m1}$  with the opposite sense is made to act, magnitude is the same to resultant force with torque and Torque  $T_{er}$  with the opposite sense on an axis of coordinates R in the same magnitude as the torque  $T_r$  outputted to the ring wheel shaft 126, and the sense should just make the opposite torque  $T_{m2}$  act on an axis of coordinates S. Torque  $T_{m1}$  can act by the motor MG 1, and torque  $T_{m2}$  can be made to act by the motor MG 2. At this time, the motor MG 1 which makes torque act on a rotational direction and the rotational reverse sense operates as a generator, and revives the power  $P_m 1$  expressed with the product of torque  $T_{m1}$  and a rotational frequency  $N_s$  from the sun gear shaft 125. The motor MG 2 by which the direction of rotational and the direction of torque become the same operates as a motor, and it outputs the power expressed with the product of torque  $T_{m2}$  and a rotational frequency  $N_r$  to the ring wheel shaft 126, consuming power  $P_m 2$ .

[0044] Although the engine speed  $N_s$  of the sun gear shaft 125 is forward in the collinear Fig. shown in drawing 5, it may become the case where it becomes negative, and an engine speed 0, at the engine speed  $N_e$  of an engine 150, and the engine speed  $N_r$  of the ring wheel shaft 126. In these cases, a motor MG 1 operates as a motor and consumes the power  $P_m 1$  expressed with the product of torque  $T_{m1}$  and a rotational frequency  $N_s$ .

[0045] In the power output unit by this example, torque conversion can be carried out and the power outputted from an engine 150 can be outputted as mentioned above. Therefore, when the power which consists of a rotational frequency  $N_r$  and torque  $T_r$  as a demand output of a driving shaft 126 is specified, power can choose the operation point of an engine 150 freely under the conditions that the product of  $N_r \times T_r$  of regularity, i.e., a rotational frequency, and torque is fixed. Although effectiveness changes with the operation points, since an engine 150 can operate an engine 150, choosing the most efficient operation point under above-mentioned conditions, it can output power at high effectiveness at this example.

[0046] The situation of operation point selection of an engine 150 is shown in drawing 6. The curve B in drawing shows the rotational frequency which can operate an engine 150, and the threshold value of torque. It is an effectiveness line that the curve shown at  $\alpha 1\%$ ,  $\alpha 2\%$ , etc. in drawing 6 becomes respectively fixed [the effectiveness of an engine 150] etc., and it is shown that effectiveness becomes low at order ( $\alpha 1\%$  and  $\alpha 2\%$ ). An engine 150 has high effectiveness on the operation point limited comparatively, and effectiveness falls gradually on the operation point of the perimeter as shown in drawing 6.

[0047] The curve shown by C1-C1, C2-C2, and C3-C3 is a curve with the fixed power of an engine 150 among drawing 6, and the operation point of an engine 150 will be chosen on these curves according to a demand output. For example, when the demand engine speed  $N_r$  and the demand torque  $T_r$  are plotted on Ccurvilinear C1-1, the operation point of an engine 150 will be chosen as A1 point to which operation effectiveness becomes high most on Ccurvilinear C1-1. On C2-C2 curve, the operation point is similarly chosen as A2 point at A3 point on C3-C3 curve. The rotational frequency of an engine 150 and the relation of operation effectiveness on each

This temperature is detected by 191t of temperature sensors formed in the drive circuit 191. A control unit 190 computes the limiting value  $T_i$  of the output torque of an engine 150 based on this temperature (step S115). The limiting value  $T_i$  of the output torque of an engine 150 is calculated by the readout from the limit map set up based on relation with the temperature  $t_i$  of the drive circuit 191. The example of this limit map is shown in drawing 10. According to the limit map of drawing 10, when the temperature  $t_i$  of the drive circuit 191 is one or less predetermined value  $t_i$ , an engine 150 can be outputted to Max  $T_{max}$ . When the temperature  $t_i$  of the drive circuit 191 is one or more predetermined values  $t_i$ , the output torque of an engine 150 is restricted according to temperature  $t_i$ , and an output torque is restricted to a value 0 at a certain temperature.

[0055] The limit map shown in drawing 10 can be set up in a tentative way like the limit map of drawing 9, and torque is good also as what is restricted in the shape of a curve. Moreover, it is good also as what uses two or more limit maps properly by whether the cooling system is out of order in the torque limitation map. Although the limit map of drawing 10 is memorized by ROM prepared in the control unit 190 as table data, it is good also as what is computed as a function of the temperature  $t_i$  of the drive circuit 191.

[0056] Next, a control unit 190 sets to limit-torque  $T_L$  of an engine 150 the minimum value of the limit torque called for in this way. That is, when the limit torque  $T_g$  by the temperature of a motor MG 1 is smaller than limit-torque  $T_i$  by the temperature of the drive circuit 191, let limit-torque  $T_L$  of an engine 150 be the limit torque  $T_g$  by the temperature of a motor MG 1. Moreover, in [ that ] being reverse, it sets limit-torque  $T_L$  of an engine 150 to limit-torque  $T_i$  by the temperature of the drive circuit 191.

[0057] A control unit 190 progresses to step S125 next, and the size of the target torque demanded of limit-torque  $T_L$  of the engine 150 determined in this way and an engine 150 is compared (step S125). Here, before target torque means the torque chosen on the curve A shown in drawing 6 according to the demand output and performs an operation point amendment routine, it is torque set up with the control unit 190 in another routine. When target torque is larger than limit-torque  $T_L$ , target torque is transposed to  $T_L$  (step S130). That is, the torque more than limit-torque  $T_L$  is made not to be outputted from an engine 150.

[0058] Since the output torque of an engine 150 is transposed to  $T_L$  which is a value lower than the target torque which should be outputted essentially by above-mentioned processing, the way things stand, an engine 150 cannot output as a demand. Therefore, a control unit 190 amends the rotational frequency of an engine 150 next. This is in charge of the processing which changes the operation point of an engine 150 into A1' in other operation points on CC1-1 of further low torque and a high rotational frequency, for example, drawing 7, from A1 about C1-C1 curve shown in drawing 6.

[0059] In order to perform this processing, a control unit 190 reads the demand output ( $P_e$ ) of an engine 150 (step S135). The thing of power which can be found by the product of the torque as which the demand output is demanded of the engine 150, and a rotational frequency is said. Next, a control unit 190 computes the target rotational frequency  $N_e$  of an engine 150 by \*(ing) the demand output  $P_e$  by limit-torque  $T_L$  (step S140). By this, it will be changed into Torque  $T_L$  and the operation point which becomes rotational frequency  $N_e$ , the operation point of an engine 150 maintaining the demand output  $P_e$ .

[0060] On the other hand, in step S125, since it is not necessary to change the operation point of an engine 150 when target torque is below limit-torque  $T_L$ , a control unit 190 once ends an operation point amendment routine, without processing anything.

[0061] After an operation point amendment routine is completed, the power output unit of this example operates an engine 150 at the target torque and the engine speed which were set up by this routine. In order to control operation of an engine 150, this operation is performed when a control unit 190 performs the routine prepared separately. Specifically, the signal it is directed that operates an engine 150 at said target torque and engine speed is outputted to EFIECU170 from a control unit 190. EFIECU170 controls the fuel oil consumption of an engine 150 etc. based on this signal, and operates an engine 150 at target torque and a rotational frequency.

[0062] If an engine 150 is operated at the target torque and the rotational frequency which were set up by the operation point amendment routine, the power which consists of the rotational frequency and torque which were demanded by torque conversion already explained as the general principle of operation can be outputted from a driving shaft 126.

[0063] By performing the operation point amendment routine of this example, the torque which an engine 150 outputs is restricted to torque lower than the target torque originally demanded. The torque  $T_m1$  given to the sun gear shaft 125 by the motor MG 1 is proportional to the output torque of an engine 150 as already stated. Therefore, by performing an operation point amendment routine,  $T_m1$  is reduced rather than original torque, and the calorific value in a motor MG 1 and its drive circuit 191 is reduced. Consequently, overheating of a motor MG

Next, a control unit 190 computes the engine speed (Np) based on an engine demand output (Pe) (step S165). This processing is the same processing as step S135 and step S140 in drawing 8. That is, an engine speed (Np) is computed by \*(ing) the engine demand output Pe which the control unit 190 read by engine limit-torque TL. [0072] A control unit 190 computes an engine minimum engine speed (Nmin) at the following step (S170). An engine minimum engine speed (Nmin) is a rotational frequency computed based on the following view.

[0073] Since an engine 150 cannot be operated at an engine speed smaller than a value Np and an engine 150 cannot maintain a demand output at the time when the output torque of an engine 150 is restricted to TL, a power output unit will consume the power of a dc-battery 194. The power consumed with a dc-battery 194 at this time is in agreement with the difference of the demand power which should be outputted from a driving shaft 126, and the power outputted from an engine 150 in general.

[0074] Conversely, if it says, when it is in the condition which does not almost have the allowances of the remaining capacity SOC of a dc-battery 194 in transit to the lower limit SOC 1 of the remaining capacity of the dc-battery 194 which does not produce trouble, it is necessary to make the rotational frequency of an engine 150 into a value Np. On the other hand, when the remaining capacity SOC of a dc-battery 194 is larger than SOC1, the rotational frequency of an engine 150 can be made into a value lower than a value Np according to the allowances. The minimum value of the engine speed of an engine 150 which can be taken according to these allowances is an engine minimum engine speed (Nmin).

[0075] The processing which computes an engine minimum engine speed is explained under such a view based on drawing 12. In calculation processing of an engine minimum engine speed (Nmin), a control unit 190 reads the dc-battery remaining capacity SOC detected by the remaining capacity detector 199 (step S200). Although there are various approaches among the detection approaches of dc-battery remaining capacity and the definition of the remaining capacity also has various definitions, in this routine, the dc-battery remaining capacity SOC is treated as physical quantity with the same unit as power. As such physical quantity, a definition can be given as maximum of the power which can take out from a dc-battery 194 predetermined time picking, for example.

[0076] Next, a control unit 190 measures the detected dc-battery remaining capacity SOC with the lower limit SOC 1 of the remaining capacity of the dc-battery 194 which does not produce trouble to transit (step S205). Since it is necessary to maintain a demand output and to operate, when the dc-battery remaining capacity SOC is one or less SOC, an engine 150 substitutes the several Np engine rotation based on the engine demand output Pe for Nmin (step S225), escapes from engine minimum-engine-speed calculation processing, and returns to an operation point amendment routine.

[0077] When the dc-battery remaining capacity SOC is larger than SOC1, at the following step, both difference is taken and the allowances value SOC 2 of SOC to SOC1 is computed (step S210). Moreover, a control unit 190 computes Pmin at the following step by lengthening the above-mentioned allowances value SOC 2 from the engine demand output Pe (step S215). Pmin means the minimum demand output which an engine 150 should output. That is, if only a value SOC 2 consumes the power of a dc-battery 194 when the output of an engine 150 is Pmin, a power output unit can maintain the demand output Pe.

[0078] A control unit 190 computes the engine minimum engine speed Nmin by \*(ing) the minimum demand output Pmin which carried out [ above-mentioned ] calculation with the engine-torque limiting value TL (step S150 of drawing 11 R> 1) (step S220). In this way, engine minimum-engine-speed calculation processing (step S170) is ended, and it returns to an operation point amendment routine.

[0079] A continuation of return and an operation point amendment routine is explained to drawing 11. In consideration of the remaining capacity SOC of a dc-battery 194, the rotational frequency which can operate an engine 150 is called for with the range below Np more than Nmin as a result of engine minimum-engine-speed calculation processing (step S170).

[0080] A control unit 190 computes the engine speed (Necon) to which the operation effectiveness of an engine 150 becomes the highest within the limits of the engine speed which can operate an engine 150 (step S175), and substitutes Necon for the target engine speed Ne (step S180). It is not necessarily larger than the target engine speed Ne before Necon performs substitution processing of step S180 unlike the 1st example.

[0081] The operation effectiveness of an engine 150 changes with an output torque and engine speeds as shown in drawing 6. The situation of change of the operation effectiveness in the range which can operate the engine 150 computed in step 165 is shown in drawing 13. In the straight line (D1 in drawing 6 - D1) which becomes fixed [drawing 13 / the torque of an engine 150] at TL, an engine speed is the graph which showed the situation of change of the engine operation effectiveness in the range of Np from Nmin. A control unit 190 asks for the

engine 150. Since such a hybrid car of a configuration is also controlled to apply generation-of-electrical-energy load torque to an engine 150 by the clutch motor MG 3, a current flows in the drive circuit 191 of the clutch motor MG 3 in proportion to the operation torque of a prime mover 150 and calorific value increases, this invention is applicable.

[0089] Furthermore, a hybrid car may be the configuration of the so-called series type as shown in drawing 17. By the series-type hybrid car, the output shaft of an engine 150 is mechanically combined with Generator G. The engine 150 is not combined although the motor MG 4 is combined with driving wheels 116 and 118 through the power transfer gear 111 grade.

[0090] In order to take an above-mentioned configuration, by the series-type hybrid car, the power of an engine 150 is not transmitted to driving wheels 116 and 118, and is used for operation of Generator G, and a car is driven by operating a motor MG 4 with the power of a dc-battery 194. A generation-of-electrical-energy load is proportional to the electromotive force produced in Generator G. Since electromotive force arises in Generator G in proportion to the operation torque of an engine 150 and the calorific value of Generator G also becomes large when it has the drive circuit 191 controllable so that a generation-of-electrical-energy load with Generator G serves as a desired value, this invention is effectively applicable.

[0091] As mentioned above, although the example of this invention and its modification have been explained, this invention is the range which is not limited to these and does not deviate from the meaning, and further various deformation is possible for it.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

### [Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is an enlarged drawing centering on the drive circuit section of the power output unit of this example.

[Drawing 2] It is the explanatory view showing the outline configuration of the car carrying the power output unit of this example.

[Drawing 3] It is the explanatory view showing the outline configuration of the cooling system of the power output unit of this example.

[Drawing 4] It is the explanatory view showing the operation point at the time of torque conversion of the power output unit of this example.

[Drawing 5] It is the collinear Fig. showing the relation of the torque in each gear of planetary gear.

[Drawing 6] It is the graph which shows the relation between engine torque and a rotational frequency, and operation effectiveness.

[Drawing 7] It is the graph which shows the engine speed at the time of setting engine power constant, and the relation of operation effectiveness.

[Drawing 8] It is the flow chart of the operation point amendment routine of the 1st example.

[Drawing 9] It is the graph which shows the torque limitation value based on generator temperature in the 1st example.

[Drawing 10] It is the graph which shows the torque limitation value based on inverter temperature in the 1st example.

[Drawing 11] It is the flow chart of the operation point amendment routine of the 2nd example.

[Drawing 12] It is the flow chart of the engine minimum-engine-speed calculation processing in the 2nd example.

[Drawing 13] It is the graph which shows the engine speed at the time of setting an engine output torque constant, and the relation of operation effectiveness.

[Drawing 14] It is the explanatory view showing the 1st configuration modification of a machine distribution type hybrid car.

[Drawing 15] It is the explanatory view showing the 2nd configuration modification of a machine distribution type hybrid car.

[Drawing 16] It is the explanatory view showing the outline configuration of an electric distribution type hybrid car.

[Drawing 17] It is the explanatory view showing the outline configuration of a series type hybrid car.

### [Description of Notations]

111 -- Power transfer gear

112 112A -- Driving shaft

114 -- Differential gear

116,118 -- Driving wheel

119 119A -- Case

120, 120A, 120B -- Planetary gear

121 -- Sun gear

122 -- Ring wheel

123 -- Planetary pinion gear

124 -- Planetary carrier

125, 125A, 125B -- Sun gear shaft

---

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-55810

(43)公開日 平成11年(1999)2月26日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>  
B 60 L 11/14  
3/00  
// G 05 D 17/02

識別記号

F I  
B 60 L 11/14  
3/00  
G 05 D 17/02

H

審査請求 未請求 請求項の数5 FD (全17頁)

(21)出願番号 特願平9-224316

(22)出願日 平成9年(1997)8月5日

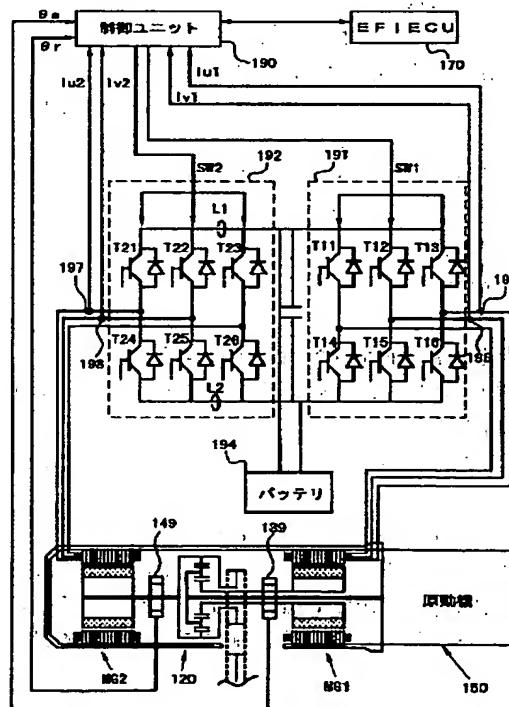
(71)出願人 000003207  
トヨタ自動車株式会社  
愛知県豊田市トヨタ町1番地  
(72)発明者 山中 章弘  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
(72)発明者 佐々木 正一  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
(72)発明者 阿部 真一  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
(74)代理人 弁理士 下出 隆史 (外2名)

(54)【発明の名称】 動力出力装置

(57)【要約】

【課題】 ハイブリッド車両に搭載される動力出力装置において、電動発電機およびその駆動回路の過熱を防止する。

【解決手段】 内燃機関の出力軸、発電機の回転軸、駆動軸（電動機の回転軸）の三軸をプラネタリギヤを介して結合する。動力出力装置の運転時には、内燃機関から出力される動力をプラネタリギヤで分配して、一部は発電機により電力に変換し、残りは駆動軸から出力する。また、駆動軸に結合された電動機により必要に応じてトルクを付加する。この際、発電機および駆動回路は内燃機関から出力されるトルクに応じて発熱する。従って、これらに温度を検出するセンサを設け、温度が所定値以上になった場合には、内燃機関の出力トルクを低減する。また、低減されたトルクに基づいて、内燃機関の回転数を上昇するように運転を制御することにより、内燃機関から出力すべき要求出力を維持する。



を考慮して、十分な定格で設計され、また十分な冷却装置も準備されている。

【0006】しかし、原動機から高いトルクが出力されている状態が長期間継続した場合や故障等により冷却装置の冷却能力が低下した場合には、上記回路の温度が過度に上昇する可能性もある。一般に電動発電機およびその駆動回路は温度上昇に伴い効率が低下するため、このような温度上昇を放置した場合には、装置全体の効率低下を招くことになる。本発明は上記課題を解決するためになされ、電動発電機等およびその駆動回路の温度が過度に上昇することを防止する動力出力装置を提供することを目的とする。

#### 【0007】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】本発明の動力出力装置は、出力軸を有しており要求出力に応じた運転状態で運転する原動機と、該出力軸に対し電気的に所定の負荷トルクを付与する負荷トルク付与手段とを有する動力出力装置であって、前記負荷トルク付与手段の温度を検出する温度検出手段と、該温度検出手段により検出された温度が所定温度以上であるときは、該負荷トルク付与手段の温度上昇を低減するための運転状態で、前記原動機を運転する原動機運転手段とを備えることを要旨とする。

【0008】この動力出力装置によれば、原動機は負荷トルク付与手段により、電気的に所定の負荷を与えられた状態で運転される。また、該負荷トルク付与手段の温度が所定温度以上であるときは、その温度上昇を低減するための運転状態で、原動機を運転することができる。従って、負荷トルク付与手段の温度が異常に上昇することを防ぐことができる。

【0009】なお、負荷トルク付与手段により付与される負荷は、原動機の出力軸に直接付与されるものであってもよいし、負荷トルク付与手段と原動機とを機械的に結合する伝達系統を介して間接的に付与されるものであってもよい。また、本明細書で「負荷トルクを付与する」といった場合には、原動機の出力軸を本来の回転方向と逆に回転させる向きに逆トルクを積極的に加える場合、および前記逆トルクを積極的に加えるとはいかないまでも原動機の出力軸が回転する際に抵抗となる場合の双方を含んでいる。

【0010】上記の動力出力装置において、前記原動機運転手段における前記運転状態は、前記原動機の出力トルクを、所定の値に制限された出力トルクとし、かつ該原動機の回転数を、該制限された出力トルクに応じて現在の回転数よりも高い回転数とすることが望ましい。

【0011】原動機から高いトルクが出力されていることが原因となって、負荷トルク付与手段の温度上昇が生じている場合には、原動機から出力されるトルクを制限することにより、負荷トルク付与手段の温度上昇を防ぐことができる。上記原動機運転手段を備える動力出力装

置によれば、原動機から出力されるトルクを制限とともに、該制限された出力トルクに応じて現在の回転数よりも高い回転数で原動機を運転することができる。原動機から出力される動力は、トルクと回転数の積で表されるため、このような動力出力装置であれば、所定の要求動力を出力しつつ、負荷トルク付与手段の温度上昇を防ぐことができる。

【0012】一方、上記の動力出力装置において、前記原動機運転手段における前記運転状態は、前記原動機の出力トルクを、所定の値に制限された出力トルクとし、かつ該原動機の回転数を、該制限された出力トルクにおいて所定の運転効率で原動機を運転することができる回転数とすることも望ましい。

【0013】このような動力出力装置によれば、原動機から出力されるトルクを制限することにより、負荷トルク付与手段の温度上昇を防ぐことができるとともに、所定の運転効率で原動機を運転することができるため、動力出力装置の運転効率を著しく低下させることもない。

【0014】また、上記の動力出力装置において、前記負荷トルク付与手段は、回転軸を有しつつ該回転軸が原動機の出力軸に機械的に結合された電動発電機と、該電動発電機との間で電気的なエネルギーのやりとりを行う駆動回路とから構成され、前記温度検出手段は、前記電動発電機の温度と前記駆動回路の温度のうち少なくとも一方の温度を検出する手段としてもよい。

【0015】かかる構成によれば、上述の電気的負荷トルク付与手段を構成する電動発電機または駆動回路のうち少なくとも一方の温度を検出することができるため、該電気的負荷トルク付与手段の温度上昇を防ぐことができる。つまり、電動発電機または駆動回路のうち一方の温度が上昇しやすい性質がある場合には、該上昇しやすい要素の温度を検出しておけば、簡易な構成で電気的負荷トルク付与手段の温度上昇を防止することができる。また、電動発電機および駆動回路の温度上昇に所定の関係が存在する場合には、両者のうちいずれか一方の温度を検出し、双方の温度を該関係に基づいて求めることにより電気的負荷トルク付与手段の温度上昇を防止するともできる。

【0016】本発明の動力出力装置において、負荷トルク付与手段を前記の電気的負荷トルク付与手段とした場合には、さらに、前記出力軸および回転軸とは異なる駆動軸と、該駆動軸から出力されるべき要求トルクおよび要求回転数を設定する手段と、前記出力軸と前記回転軸と前記駆動軸とに各々結合される3軸を有し、該3軸のうちいずれか2軸へ入出力される動力を決定したとき、該決定された動力に基づいて残余の1軸へ入出力される動力が決定される3軸式動力入出力手段と、前記駆動軸に結合された電動機と、前記原動機の運転状態に応じて、前記要求トルクおよび要求回転数が前記駆動軸から出力されるように前記電動発電機および前記電動機を制

150を制御するE F I E C U 170との間で種々の情報を、通信によってやりとりしている。運転操作部からの種々の信号として、具体的には、アクセルペダルポジションセンサ164aからのアクセルペダルポジション（アクセルペダルの踏込量）A P、ブレーキペダルポジションセンサ165aからのブレーキペダルポジション（ブレーキペダルの踏込量）B P、シフトポジションセンサ184からのシフトポジションS Pがある。また、バッテリ194の残容量は残容量検出器199で検出される。なお、残容量検出器199は、バッテリ194の電解液の比重またはバッテリ194の全体の重量を測定して残容量を検出するものや、充電・放電の電流値と時間を演算して残容量を検出するものや、バッテリ194の端子間を瞬間にショートさせて電流を流し内部抵抗を測ることにより残容量を検出するものなどが知られている。

【0026】駆動源からの駆動力を駆動輪116、118に伝達する動力伝達系統の構成は次の通りである。エンジン150の動力を伝達するためのクランクシャフト156およびプラネタリキャリア軸127と、モータMG1、モータMG2の回転を伝達する回転軸125、126とは、後述するプラネタリギヤ120を介して動力伝達ギヤ111に機械的に結合されている。また、この動力伝達ギヤ111はディファレンシャルギヤ114を介して左右の駆動輪116、118に結合されている。

【0027】ここで、プラネタリギヤ120の構成と併せてクランクシャフト156、プラネタリキャリア軸127、モータMG1の回転軸125、MG2の回転軸126の結合について説明する。プラネタリギヤ120は、サンギヤ121、リングギヤ122なる同軸の2つのギヤと、サンギヤ121とリングギヤ122との間に配置されサンギヤ121の外周を自転しながら公転する複数のプラネタリビニオンギヤ123の3つから構成される。サンギヤ121はプラネタリキャリア軸127に軸中心を貫通された中空のサンギヤ軸125を介してモータMG1のロータ132に結合され、リングギヤ122はリングギヤ軸126を介してモータMG2のロータ142に結合されている。また、プラネタリビニオンギヤ123は、その回転軸を軸支するプラネタリキャリア124を介してプラネタリキャリア軸127に結合され、プラネタリキャリア軸127はクランクシャフト156に結合されている。機構学上周知のことであるが、プラネタリギヤ120は上述のサンギヤ軸125、リングギヤ軸126およびクランクシャフト156の3軸のうちいずれか2軸へ入出力される動力が決定されると、残余の1軸に入出力される動力が決定されるという性質を有している。

【0028】リングギヤ122には、動力の取り出し用の動力取出ギヤ128が、リングギヤ122とモータMG1との間の位置で結合されている。この動力取出ギヤ

128は、チェーンベルト129により動力伝達ギヤ111に接続されており、動力取出ギヤ128と動力伝達ギヤ111との間で動力の伝達がなされる。上述の構成およびプラネタリギヤ120の性質に基づいて、ハイブリッド車両はモータMG2のみを駆動源として走行することもできるし、エンジン150とモータMG2の双方を駆動源として走行することもできる。具体的には、ハイブリッド車両は減速時または降坂時等のエンジン動力を必要としないとき、および初期加速時には、エンジン150の運転を停止し、モータMG2のみで走行する。通常走行時には、エンジン150を主駆動源としつつ、モータMG2の動力も用いて走行する。エンジン150とモータMG2の双方を駆動源として走行する場合には、必要なトルクおよびモータMG2で発生し得るトルクに応じて、エンジン150を効率のよい運転ポイントで運転できるため、エンジン150のみを駆動源とする車両に比べて省資源性および排気浄化性に優れている。一方、クランクシャフト156の回転を、プラネタリキャリア軸127およびサンギヤ軸125を介してモータMG1に伝達することができるため、エンジン150の運転によりモータMG1で発電しつつ走行することも可能である。

【0029】次に、図1に基づいてモータMG1、MG2を駆動制御する制御装置について説明する。図1に示すように、モータMG1には第1の駆動回路191を介して制御ユニット190に接続され、モータMG2は第2の駆動回路192を介して制御ユニット190に接続されている。図2では図示しなかったが、モータMG1の回転軸であるサンギヤ軸125には、その回転角度を検出するためのレゾルバ139が設けられており、モータMG2の回転軸であるリングギヤ軸126にも同じくレゾルバ149が設けられている。また、制御ユニット190には、図2を用いて説明した種々の信号の他、レゾルバ139からのサンギヤ軸125の回転角度θs、レゾルバ149からのリングギヤ軸126の回転角度θr、第1の駆動回路191に設けられた2つの電流検出器195、196からの電流値Iu1、Iv1、第2の駆動回路192に設けられた2つの電流検出器197、198からの電流値Iu2、Iv2、バッテリ194の残容量を検出する残容量検出器199からの残容量などが、入力ポートを介して入力されている。

【0030】また、制御ユニット190からは、第1の駆動回路191に設けられたスイッチング素子である6個のトランジスタT11ないしT16を駆動する制御信号SW1と、第2の駆動回路192に設けられたスイッチング素子としての6個のトランジスタT21ないしT26を駆動する制御信号SW2とが出力されている。第1の駆動回路191内の6個のトランジスタT11ないしT16は、トランジスタインバータを構成しており、それぞれ、一対の電源ラインL1、L2に対してソース

ギヤ軸126およびプラネタリキャリア軸127)における回転数やトルクの関係は、図5に例示する共線図として表わすことができ、幾何学的に解くことができる。プラネタリギヤ120における三軸の回転数やトルクの関係は、上述の共線図を用いなくても各軸のエネルギーを計算することなどにより数式的に解析することもできる。本実施例では説明の容易のため共線図を用いて説明する。

【0040】図5における縦軸は3軸の回転数軸であり、横軸はリングギヤ122の歯数( $Z_r$ )に対するサンギヤ121の歯数( $Z_s$ )の比 $\rho$ ( $\rho = Z_s / Z_r$ )に基づいて定められる座標軸である。この座標軸では、その両端をサンギヤ軸125とリングギヤ軸126の座標S、Rとし、プラネタリキャリア軸127の座標Cを座標Sと座標Rの間を $1 : \rho$ に内分する座標として定める。

【0041】上述の座標軸にプラネタリギヤ120の各軸の回転数をプロットする。図2に示した構成から明らかな通り、エンジン150のクランクシャフト156はプラネタリキャリア軸127に連結されているため、エンジン150が回転数 $N_e$ で運転されているときは、プラネタリキャリア軸127の回転数も $N_e$ となる。従って、図5に示す通り、座標Cの回転数は $N_e$ としてプロットできる。一方、リングギヤ軸126が回転数 $N_r$ で運転されている場合を考えているから、座標Rの回転数は $N_r$ としてプロットできる。この両点を通る直線を描けば、座標Sにおけるこの直線上の回転数としてサンギヤ軸125の回転数 $N_s$ を求めることができる。以下、この直線を動作共線と呼ぶ。なお、回転数 $N_s$ は、回転数 $N_e$ と回転数 $N_r$ とを用いて比例計算式によっても求めることができ、 $N_s = ((1 + \rho) N_e - N_r) / \rho$ と表される。このようにプラネタリギヤ120では、サンギヤ121、リングギヤ122およびプラネタリキャリア124のうちいずれか2つの回転を決定すると、残余の1つの回転は、決定した2つの回転に基づいて決定される。

【0042】次に、共線図を用いて三軸にかかるトルクの関係を求める。機構学によればトルクの関係は、動作共線を剛体として扱い、各トルクをその作用する方向および大きさに基づくベクトルとしての力で表すことにより、前記剛体に作用する力の釣り合い関係に等しくなる。具体的には、エンジン150のトルク $T_e$ をプラネタリキャリア軸127の座標Cにおいて、図5に示す通り鉛直下から上に作用させる。トルク $T_e$ を表すベクトルは力として扱うことができるため、座標軸C上に作用させたトルク $T_e$ は、向きが同じで異なる作用線への力の分離の手法により、座標Sにおけるトルク $T_{es}$ と座標Rにおけるトルク $T_{er}$ とに分離することができる。このときトルク $T_{es}$ の大きさは $T_{es} = T_e / (1 + \rho)$ 式で表され、トルク $T_{er}$ の大きさは $T_{er} = T_e$

$\cdot \rho / (1 + \rho)$ 式で表わされる。一方、リングギヤ軸126からは、トルク $T_r$ が出力されるため、座標Rにおいて動作共線に、鉛直上から下にトルク $T_r$ を作用させる。

【0043】動作共線がこの状態で安定であるためには、動作共線の力の釣り合いをとればよい。すなわち、座標軸S上には、トルク $T_{es}$ と大きさが同じで向きが反対のトルク $T_{m1}$ を作用させ、座標軸R上には、リングギヤ軸126に出力するトルク $T_r$ と同じ大きさで向きが反対のトルクとトルク $T_{er}$ との合力に対し大きさが同じで向きが反対のトルク $T_{m2}$ を作用させねばよい。トルク $T_{m1}$ はモータMG1により、トルク $T_{m2}$ はモータMG2により作用させることができる。このとき、回転の方向と逆向きにトルクを作用させることになるモータMG1は発電機として動作し、トルク $T_{m1}$ と回転数 $N_s$ との積で表わされる電力 $P_m1$ をサンギヤ軸125から回生する。回転の方向とトルクの方向とが同じとなるモータMG2は電動機として動作し、電力 $P_m2$ を消費しつつトルク $T_{m2}$ と回転数 $N_r$ との積で表わされる動力をリングギヤ軸126に出力する。

【0044】図5に示す共線図ではサンギヤ軸125の回転数 $N_s$ は正であったが、エンジン150の回転数 $N_e$ とリングギヤ軸126の回転数 $N_r$ とによっては、負となる場合や回転数0となる場合もある。これらの場合には、モータMG1は電動機として動作し、トルク $T_{m1}$ と回転数 $N_s$ との積で表わされる電力 $P_m1$ を消費する。

【0045】上述した通り、本実施例による動力出力装置では、エンジン150から出力される動力をトルク変換して出力することができる。従って、駆動軸126の要求出力として回転数 $N_r$ およびトルク $T_r$ からなる動力が指定された場合、仕事率が一定、即ち回転数とトルクの積が $N_r \times T_r$ が一定という条件下で、エンジン150の運転ポイントは自由に選択することができる。エンジン150は運転ポイントにより効率が変化するが、本実施例では、上述の条件下で最も効率のよい運転ポイントを選択しつつエンジン150を運転することができるため、高い効率で動力を出力することができる。

【0046】図6にエンジン150の運転ポイント選択の様子を示す。図中の曲線Bは、エンジン150が運転可能な回転数およびトルクの限界値を示している。図6において $\alpha 1\%$ 、 $\alpha 2\%$ 等で示される曲線は、それぞれエンジン150の効率が一定となる等効率線であり、 $\alpha 1\%$ 、 $\alpha 2\%$ の順に効率が低くなっていくことを示している。図6に示す通り、エンジン150は比較的限定された運転ポイントで効率が高く、その周囲の運転ポイントでは徐々に効率が低下していく。

【0047】図6中、C1-C1、C2-C2、およびC3-C3で示されている曲線は、エンジン150の仕事率が一定の曲線であり、エンジン150の運転ポイン

ップからの読みとりにより求められる。この制限マップの例を図10に示す。図10の制限マップによれば、駆動回路191の温度 $t_i$ が所定値 $t_{i1}$ 以下である場合には、エンジン150は最大 $T_{max}$ まで出力することができる。駆動回路191の温度 $t_i$ が所定値 $t_{i1}$ 以上である場合には、温度 $t_i$ に応じてエンジン150の出力トルクが制限され、ある温度で出力トルクは値0に制限される。

【0055】図10に示した制限マップは、図9の制限マップと同様に試験的に設定することができ、トルクは曲線状に制限するものとしてもよい。また、トルク制限マップを冷却装置が故障しているか否かにより複数の制限マップを使い分けるものとしてもよい。図10の制限マップはテーブルデータとして制御ユニット190内に設けられているROMに記憶されているが、駆動回路191の温度 $t_i$ の関数として算出するものとしてもよい。

【0056】次に制御ユニット190は、こうして求められた制限トルクの最小値をエンジン150の制限トルク $T_L$ とする。つまり、モータMG1の温度による制限トルク $T_g$ が駆動回路191の温度による制限トルク $T_i$ よりも小さい場合には、エンジン150の制限トルク $T_L$ をモータMG1の温度による制限トルク $T_g$ とする。また、その逆の場合には、エンジン150の制限トルク $T_L$ を駆動回路191の温度による制限トルク $T_i$ とする。

【0057】制御ユニット190は、次にステップS125に進み、こうして決定されたエンジン150の制限トルク $T_L$ とエンジン150に要求されている目標トルクの大小を比較する(ステップS125)。ここで、目標トルクとは、要求出力に応じて図6に示した曲線A上で選択されたトルクをいい、運転ポイント補正ルーチンを実行する以前に、別のルーチンにおいて制御ユニット190により設定されているトルクである。目標トルクが制限トルク $T_L$ よりも大きい場合には、目標トルクを $T_L$ に置き換える(ステップS130)。つまり、制限トルク $T_L$ 以上のトルクがエンジン150から出力されないようにする。

【0058】上述の処理により、エンジン150の出力トルクを本来出力すべき目標トルクより低い値である $T_L$ に置き換えているため、このままで、エンジン150は要求通りの出力をすくことができない。従って、制御ユニット190は、次にエンジン150の回転数の補正を行う。これは、図6に示したC1-C1曲線について、エンジン150の運転ポイントをA1から、さらに低トルクかつ高回転数のC1-C1上の他の運転ポイント、例えば図7中のA1'に変更する処理に当たる。

【0059】かかる処理を行うため、制御ユニット190は、エンジン150の要求出力(Pe)を読み込む(ステップS135)。要求出力とは、エンジン150

に要求されているトルクと回転数の積で求まる仕事率のことをいう。次に、制御ユニット190は、要求出力Peを制限トルク $T_L$ で除することにより、エンジン150の目標回転数 $N_e$ を算出する(ステップS140)。これにより、エンジン150の運転ポイントは、要求出力Peを保ちつつ、トルク $T_L$ および回転数 $N_e$ なる運転ポイントに変更されることになる。

【0060】一方、ステップS125において、目標トルクが制限トルク $T_L$ 以下である場合には、エンジン150の運転ポイントを変更する必要はないため、制御ユニット190は、何も処理を行うことなく、運転ポイント補正ルーチンを一旦終了する。

【0061】運転ポイント補正ルーチンが終了した後、本実施例の動力出力装置は、該ルーチンにより設定された目標トルクおよび回転数でエンジン150を運転する。この運転は、エンジン150の運転を制御するために別途設けられたルーチンを制御ユニット190が実行することにより行われる。具体的には、制御ユニット190からEFI ECU170に、前記目標トルクおよび回転数でエンジン150を運転するように指示する信号が出力される。EFI ECU170はこの信号に基づいてエンジン150の燃料噴射量等を制御し、エンジン150を目標トルクおよび回転数で運転するのである。

【0062】エンジン150が、運転ポイント補正ルーチンにより設定された目標トルクおよび回転数で運転されれば、一般的動作原理として既に説明したトルク変換により、要求された回転数およびトルクからなる動力を駆動軸126から出力することができる。

【0063】本実施例の運転ポイント補正ルーチンを実行することにより、エンジン150の出力するトルクは、本来要求されていた目標トルクよりも低いトルクに制限される。既に述べた通り、モータMG1によりサンギヤ軸125に付与されるトルク $T_m1$ はエンジン150の出力トルクに比例する。従って、運転ポイント補正ルーチンを実行することにより、 $T_m1$ も本来のトルクよりも低減され、モータMG1およびその駆動回路191での発熱量が低減される。この結果、モータMG1およびその駆動回路191の過熱を防止することができる。しかも、この際にエンジン150は、要求出力を維持しているため、動力出力装置は要求トルクおよび要求回転数からなる動力を駆動軸126に出力することができる。

【0064】図6に示した通り、本来はエンジン150の効率を最優先してその運転ポイントを設定されている。しかし、モータMG1およびその駆動回路に過熱が生じるおそれがある場合には、エンジン150の運転効率を若干犠牲にしても、モータMG1およびその駆動回路の冷却を優先してエンジン150の運転ポイントを設定する必要がある。このような運転ポイントを設定することが、本実施例における運転ポイント補正ルーチンの

りも大きい場合には、その余裕に応じてエンジン150の回転数は値Npよりも低い値とすることができます。この余裕に応じてとり得る、エンジン150の回転数の最小値がエンジン最低回転数(Nmin)である。

【0075】このような考え方の下、エンジン最低回転数を算出する処理を、図1.2に基づいて説明する。エンジン最低回転数(Nmin)の算出処理においては、制御ユニット190は、残容量検出器199により検出されるバッテリ残容量SOCを読み込む(ステップS200)。バッテリ残容量の検出方法には、種々の方法があり、その残容量の定義にも種々の定義があるが、本ルーチンにおいては、バッテリ残容量SOCを仕事率と同じ単位を持つ物理量として扱う。このような物理量としては、例えば、バッテリ194から所定時間取り出すことができる電力の最大値として定義することができる。

【0076】次に制御ユニット190は、検出されたバッテリ残容量SOCを、走行に支障を生じないバッテリ194の残容量の下限値SOC1と比較する(ステップS205)。バッテリ残容量SOCがSOC1以下である場合には、エンジン150は要求出力を維持して運転する必要があるため、エンジン要求出力Peに基づくエンジン回転数NpをNminに代入して(ステップS225)、エンジン最低回転数算出処理から抜け、運転ポイント補正ルーチンに戻る。

【0077】バッテリ残容量SOCがSOC1よりも大きい場合には、次のステップで、両者の差をとり、SOC1に対するSOCの余裕値SOC2を算出する(ステップS210)。また、次のステップで、制御ユニット190は、エンジン要求出力Peから上記余裕値SOC2を引いてPminを算出する(ステップS215)。Pminは、エンジン150が出力すべき最低要求出力を意味する。即ち、エンジン150の出力がPminのとき、バッテリ194の電力を値SOC2だけ消費すれば、動力出力装置は要求出力Peを維持することができる。

【0078】制御ユニット190は、上記算出した最低要求出力Pminを、エンジントルク制限値TL(図1のステップS150)で除することにより、エンジン最低回転数Nminを算出する(ステップS220)。こうしてエンジン最低回転数算出処理(ステップS170)を終了し、運転ポイント補正ルーチンに戻る。

【0079】図1.1に戻り、運転ポイント補正ルーチンの続きを説明する。エンジン最低回転数算出処理(ステップS170)の結果、バッテリ194の残容量SOCを考慮して、エンジン150が運転可能な回転数はNmin以上Np以下の範囲と求められている。

【0080】制御ユニット190は、エンジン150が運転可能な回転数の範囲内において、エンジン150の運転効率が最も高くなる回転数(Necon)を算出し(ステップS175)、目標エンジン回転数NeにNe

conを代入する(ステップS180)。第1実施例と異なり、NeconはステップS180の代入処理を実行する以前の目標エンジン回転数Neよりも大きいとは限らない。

【0081】図6に示した通り、出力トルクおよび回転数によってエンジン150の運転効率は変化する。ステップ165において算出したエンジン150の運転可能な範囲における運転効率の変化の様子を図1.3に示す。図1.3は、エンジン150のトルクがTLで一定となる直線(図6中D1-D1)において、回転数がNminからNpの範囲におけるエンジン運転効率の変化の様子を示したグラフである。図1.3に示される通り、制御ユニット190は、ステップS175において、エンジン150の運転効率が最も高くなる点B1の回転数をNeconとして求める。

【0082】図1.3に示した例では、図6中の曲線A上の点でエンジン150の回転数Neconを決定する結果となっているが、上述の回転数Nminの値によっては、このようにならない場合がある。例えば、図1.3において運転可能な最小回転数がNmin2のようにB1点よりも高い回転数となっている場合である。このとき、エンジン150はNmin2より小さい回転数で運転することはできないから、回転数Nmin2でエンジン150を運転する場合が最も運転効率が高くなり、ステップS175における回転数Neconは、回転数Nmin2となる。この運転ポイントは、図6中の曲線A上にはない。

【0083】第2実施例の運転ポイント補正ルーチンによれば、エンジン150の出力トルクを制限した条件下で、その運転効率が最も高くなる点で運転するよう、エンジン150の運転を制御するため、動力出力装置の効率低下を防止することができる。エンジン150の出力トルクがTLに制限されることに伴い、要求出力を維持するようにエンジン150の回転数を高くして運転した場合、エンジン150の運転効率を著しく低下させる場合に特に有効である。

【0084】この場合、動力出力装置が要求トルクおよび回転数からなる動力を出力するためには、バッテリ194から電力を供給する必要があるが、上述の動力出力装置は、バッテリ194の残容量SOCの余裕を考慮しつつ、エンジン150の運転範囲を決定しているため、バッテリ194の残容量不足により車両の走行に支障が生じるというおそれもない。

【0085】なお、第2の実施例において、エンジン150の運転可能な範囲内で効率が最も高くなる回転数を算出する処理(ステップS165~S175)に代えて、エンジン150の回転数が所定値以下になるように制限を加えるだけのステップとしてもよい。このようにすれば、エンジン150の回転数を所定値以上に上昇することにより、エンジン150の運転効率が著しく低下する

【図14】機械分配式ハイブリッド車両の第1の構成変形例を示す説明図である。

【図15】機械分配式ハイブリッド車両の第2の構成変形例を示す説明図である。

【図16】電気分配式ハイブリッド車両の概略構成を示す説明図である。

【図17】シリーズ式ハイブリッド車両の概略構成を示す説明図である。

【符号の説明】

111…動力伝達ギヤ

112、112A…駆動軸

114…ディファレンシャルギヤ

116、118…駆動輪

119、119A…ケース

120、120A、120B…プラネタリギヤ

121…サンギヤ

122…リングギヤ

123…プラネタリビニオンギヤ

124…プラネタリキャリア

125、125A、125B…サンギヤ軸

126、126A、126B…リングギヤ軸

127、127A、127B…プラネタリキャリア軸

128…動力取出ギヤ

129…チェーンベルト

132…ロータ

133…ステータ

133t…温度センサ

139…レゾルバ

142…ロータ

143…ステータ

143t…温度センサ

149…レゾルバ

150…エンジン

151…燃料噴射弁

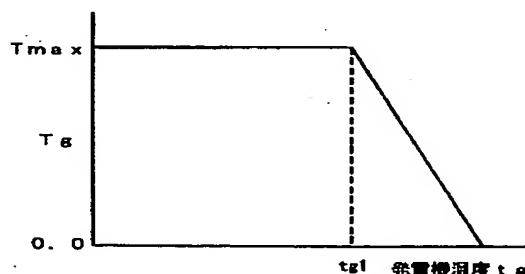
152…燃焼室

154…ピストン

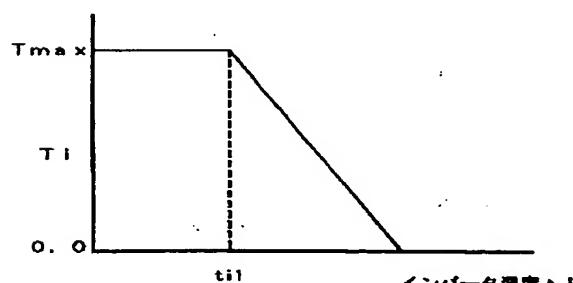
156…クランクシャフト

158…イグナイタ  
160…ディストリビュータ  
162…点火プラグ  
164…アクセルペダル  
164a…アクセルペダルポジションセンサ  
165…ブレーキペダル  
165a…ブレーキペダルポジションセンサ  
170…EFI ECU  
173…ウォータージャケット  
174…水温センサ  
176…回転数センサ  
178…回転角度センサ  
179…スタータスイッチ  
182…シフトレバー  
184…シフトポジションセンサ  
190、190A、190B…制御ユニット  
191…第1の駆動回路  
191t…温度センサ  
192…第2の駆動回路  
192t…温度センサ  
194…バッテリ  
195、196、197、198…電流検出器  
199…残容量検出器  
200…吸入口  
202…排気口  
232…アウタロータ  
234…インナロータ  
238…回転トランス  
250、251…ラジエータ  
252、253…冷却ファン  
254、255…ホース  
256…ヒートシンク  
258、259…ウォータージャケット  
260、261…ウォーターポンプ  
G…発電機  
MG1、MG2、MG4…モータ  
MG3…クラッチモータ

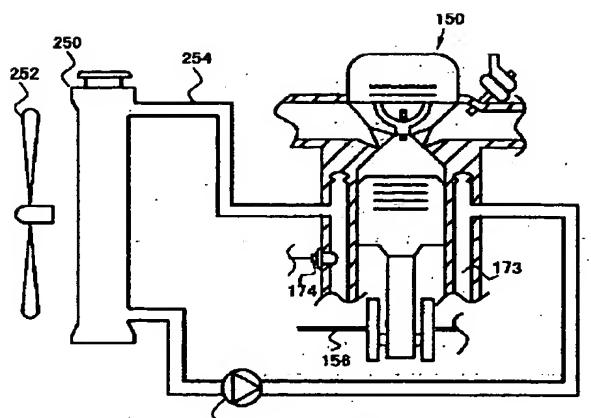
【図9】



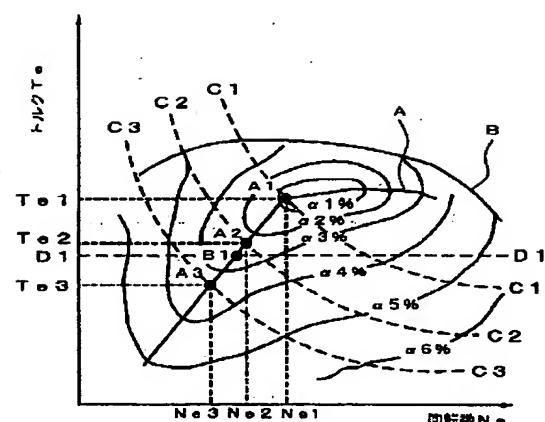
【図10】



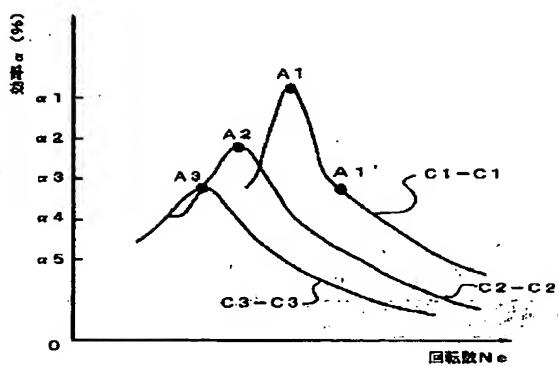
【図3】



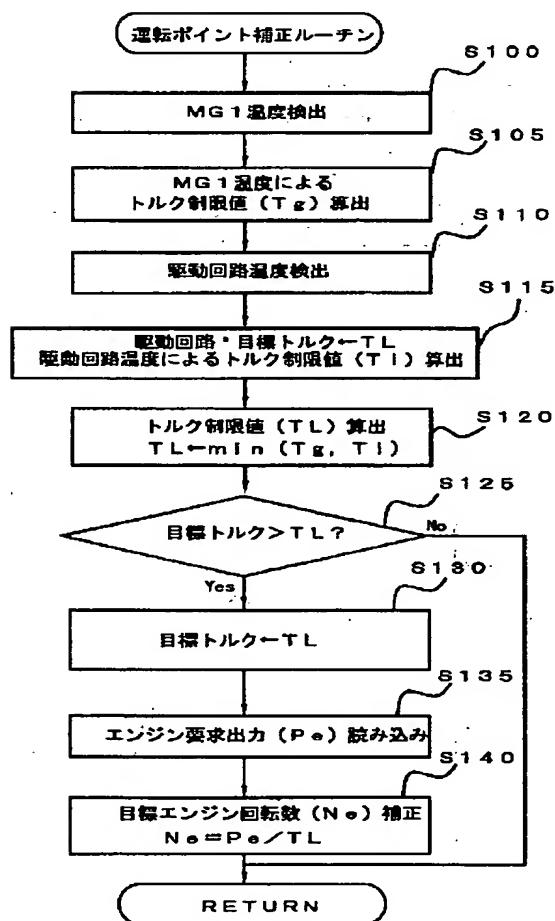
【図6】



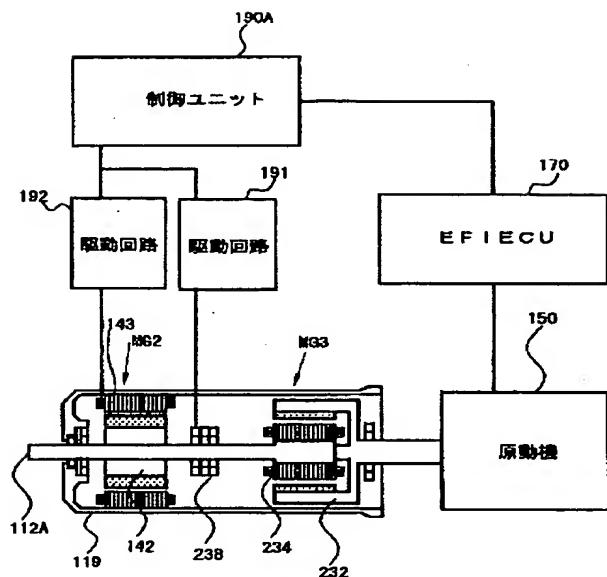
【図7】



【図8】



【図16】



【図17】

